

系统论·信息论·控制论 原理及其应用

● 胡玉衡



河南人民出版社

系统论·信息论·控制论 原理及其应用

胡 玉 衡

河 南 人 民 出 版 社

系统论信息论控制论原理及其应用

胡玉衡

责任编辑 徐东彬

河南人民出版社出版

郑州大学印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 10印张 204千字

1989年4月第1版 1989年4月第1次印刷

印数1—5,300册

ISBN 7-215-00566-6/G·66

定 价 3.60元

前 言

当前，我们正处在一个科学技术发展非常迅速的时代，新技术革命的浪潮席卷全球，推动着人类社会日新月异的向前发展。在这种新的形势下，为了迎接这场新的技术革命的挑战，加快我国社会主义现代化建设，我们必须学习新的科学知识，掌握新的科学方法，武装我们的头脑，提高我们的理论文化素质，提高我们分析问题和解决问题的能力，以适应新时代和国家建设的需要。系统论、信息论、控制论（简称“三论”）是20世纪发展起来的新兴学科，是本世纪自然科学重大成果之一。它提出了许多新思想和新方法，改变了科学发展的图景和人们的思维方式，对人们的观念转换和知识结构的更新发生很大影响，大大促进了现代科学技术和现代管理科学的发展。“三论”不仅在自然科学领域的各个学科中被广泛应用，而且它正向社会科学领域渗透，正在深入到人类的物质生活和精神生活的各个领域，现在越来越多的人认识到学习系统论、信息论、控制论这些新学科知识，对改变和更新知识结构，掌握现代科学方法，提高理论文化素质，增强解决问题的能力，是非常重要的。

《系统论、信息论、控制论原理及其应用》一书，是作者多年从事“三论”教学工作所编著的教材，同时也是作

者学习和研究“三论”的一点成果。为了适应大专院校本科生和硕士研究生、广大党政干部、函授教学和高教成人自学以及科技工作者的学习需要，现修改整理出版。

本书共十八章，前六章是系统论，中六章是信息论，后六章是控制论，开头一个绪论，终结有一个结束语。每一论六章的体系结构大致相同，对“三论”的产生时代概况及发展情况、基本概念和基本原理、定量分析和数学模型、基本方法及应用以及“三论”中的哲学问题等，都作了较系统的论述，对读者特别是初学者，较完整地了解这些新学科，掌握新知识提供了很大方便。

本书在写作过程中，得到不少教授专家及同志们的帮助，王雨田教授曾对本书的写作提纲进行审阅并提出许多宝贵意见，项德生副教授对全书进行通阅，郭秀娥讲师对书中的定量分析和数学模型部分进行了审阅，杨金海同志逐章逐节地审阅了全书，以上同志都对本书提出许多修改意见，同时，在写作中还参考和引用了有关著作和资料，在此，一并致以衷心的感谢。本书的出版，得到郑州大学哲学系领导及河南人民出版社的大力支持以及同行们的关怀和鼓励，作者向他们表示衷心的感谢。

由于本书是对“三论”这门新学科知识进行通俗讲解，形成一门课程的教材的新尝试，受作者水平的局限，难免有不当和疏漏之处，衷心希望专家学者和广大读者给予批评指正。

作者

1988年6月于郑州

绪 论

当前我们正处在一个伟大的时代，这个时代的突出特点就是：科学技术发展非常迅速，在全世界掀起一场新技术革命的浪潮，改革创新，开拓前进，向现代化进军已成为强大的历史潮流。人们面对新时代，传统观念受到挑战，时代要求人们的观念必须更新，知识必须更新，特别是人的价值观念和思维方式的改变与更新，比以往任何时候都更加突出。历史的发展，社会的进步，迫使人们必须面向现代化，面向世界，面向未来。

时代发展到今天，一个人是充满信心、胸怀远大理想，为祖国为人民做出贡献，还是庸庸碌碌，胸无大志，一日三餐混日子？这是摆在我们每个人面前的尖锐问题。人们要实现自己的理想，为现代化建设做出贡献，就必须具备强有力的武器和工具，而这个武器和工具就是新科学知识。没有科学知识作基础，美好的理想只能成为镜中花水中月。知识就是力量，有知识才有力量，只有掌握新知识才能在大变革时代中有力量去竞争，有力量去拼搏。没有科学知识，不掌握科学技术，一个人就很难立足于新时代表之中。我国正在进行四个现代化建设，正在进行一系列的改革。我们的奋斗目标是把我国建设成为具有高度民主，高度物质文明和精神文明的社会主义国家，建设成为具有中国特色的社会主义现代化国家。为此，我们必须学习科学知识，掌握科学方法。

系统论、信息论、控制论（简称“三论”）是20世纪40年代发展起来的新兴科学。它提出许多新思想、新概念和新方法，促进了现代科学技术、现代管理科学以及社会科学的发展，改变了科学发展的图景和人们的思维方式。特别是“三论”的方法，迅速渗透到各个科学领域，成为自然科学和社会科学进行科学研究的有力工具。“三论”的理论和方法的应用越来越深入到人类的物质生活和精神生活的各个方面，无论研究经济建设的战略问题和军事战略问题，还是处理各部门工作的具体问题，“三论”都起着十分重要的作用。现在越来越多的人逐步认识到“三论”的重要性，从而进一步体会到在我国现代化建设和改革过程中，学习“三论”和掌握“三论”新知识的必要性。“三论”已成为新时期干部的必修课。

系统论、信息论、控制论作为一组新学科群体，它们分别都有自己的研究对象。这个问题将分别在有关章节中加以论述。在这里只对“三论”总体的研究对象作些说明。在传统的基础科学中，每门学科都有自己的独立的研究对象，一般它的研究对象是以客观世界中某种物质运动形式来确定的，恩格斯说：“每一门科学都是分析某一个别的运动形式或一系列互相关联和互相转化的运动形式。”例如，数学是研究客观物质世界的数量关系和空间形式的，物理学是研究自然界物质及其运动规律的，化学是研究物质组成、结构、性质及化学变化规律的，生物学是研究生命起源、生命运动形式以及生物进化规律的，天文学是研究宇宙天体和天体系统的位置、分布、运动形态、化学物理性质和演化规律的，地学是研究地球的等等。如果把这些学科的研究对象看成是一个领

域并且用一条纵线表示，那么就形成排列整齐、多条纵向平行线的方阵，它们互相并列但不互相干扰，各有自己的领地决不侵犯他人。“三论”所研究的对象与此大不相同，它既不是研究客观世界中的某一种物质的具体结构，也不是研究物质的某种运动形态；它们研究的是许多物质运动形态中和运动过程中某一共同之点，它象一条横伸出去的膀臂，穿越许多不同自然科学领域和社会科学领域，从不同的侧面揭示出物质世界的本质联系和运动规律。如果我们用一条横向线表示它的研究对象和领域，那么这条横线就穿过各个学科领域（纵线）并与各学科领域中的相应点相结合，形成一种网络状态。正因为“三论”的研究对象有这种特点，才把“三论”称作横断科学。

因为“三论”的研究对象完全不同于传统科学，不局限于某一领域，所以它的研究范围更加广泛和超越，具有普遍性。“三论”的研究对象几乎与所有的学科相关，能向很多学科领域渗透，特别是在自然科学、技术科学、数学和哲学领域应用“三论”进行科学研究的过程中提出不少重大问题，因而“三论”在现代科学技术发展中的地位更显得重要，人们要求学习“三论”就更加迫切。

关于“三论”的内容体系问题，首先要说明的是，以“三论”每一论本身来讲，它没有什么固定不变模式化的体系。贝塔朗菲、维纳、申农，他们创立系统论、控制论和信息论的时候，从来没有谈过什么体系问题，他们更多的是把主要精力放在探讨本领域中的新思想、新方法和新问题上。这一点从他们的有关著作中是不难看出的。国内外学者对“三论”的基本内容作了各种不同的归纳和概括，有的提出

八项原理；有的提出四大方法；有的提出多种数学模型；也有的从定量分析和计算上下过功夫，总之，这些都对“三论”的研究做出了成绩，但还不能说“三论”已经有了一个较完整的体系。关于“三论”的体系问题，究竟怎样才是科学的，现在并无定论。苏联列尔涅尔著的《控制论基础》一书就包括导论，控制论起源，控制论的目的和任务，控制论系统以及说明等章节。这是一种体系，然而民主德国克劳斯著的《从哲学看控制论》又是另外一种体系，他们的体系与维纳著的《控制论》一书的体系显然是不同的。可见科学家在研究“三论”时，从不同的角度研究“三论”，因而所涉及的内容也是不同的。应该看到，为了普及“三论”的学习，为了学习和研究“三论”的方便，根据“三论”的基本内容以及国内外学者的研究成果，概括提出一个较适用、较完整的体系是可行的，特别是对初学者来说，这样做更为必要。

《系统论信息论控制论原理及其应用》一书的体系，是作者在教学和学习过程中逐渐形成的。它包括：

- 一、绪论；
- 二、“三论”的产生历史概况；
- 三、“三论”的基本内容、基本概念和基本原理；
- 四、“三论”的定量分析和数学模型；
- 五、“三论”的方法及应用；
- 六、“三论”的重要发展分支及发展趋势；
- 七、“三论”中的哲学问题。

这个内容体系的重点在概念原理和方法两部分。当然这本书的内容这样安排，仍有许多缺点和不足之处，尚希广大学者专家及读者们指正。

目 录

绪论	(1)
第一章 系统论产生的历史概况	(1)
第一节 现代系统论的产生	(1)
一、什么是系统论	(1)
二、系统论的创立	(1)
三、贝塔朗菲的几个基本观点	(3)
四、系统论的正式诞生	(4)
第二节 “系统”思想发展简史	(5)
一、古代朴素的系统思想	(5)
二、近代系统思想的发展	(7)
三、马克思、恩格斯的系统思想	(8)
第二章 系统论的主要内容、 基本概念和基本原理	(10)
第一节 系统论的主要内容	(10)
一、贝塔朗菲的一般系统论	(10)
二、各门具体科学中系统问题研究	(11)
三、系统原理、原则的研究	(11)

四、系统方法的研究·····	(11)
五、“系统哲学”问题研究·····	(12)
第二节 系统论的基本概念·····	(13)
一、系统·····	(13)
二、要素·····	(16)
三、结构·····	(17)
四、功能·····	(18)
五、层次·····	(18)
六、有序与无序·····	(20)
七、整体·····	(21)
八、最优化·····	(21)
第三节 系统论的基本原理·····	(22)
一、系统论的基本观点·····	(22)
二、系统论的基本原理·····	(24)
1、系统整体性原理·····	(24)
2、相关性原理·····	(28)
3、结构与功能原理·····	(30)
4、输入输出平衡性原理·····	(34)
5、目的性原理·····	(36)
6、最优化原理·····	(40)
第三章 系统的分类与定量分析·····	(43)
第一节 系统的分类·····	(43)
一、从组成系统的要素性质上分类·····	(43)
二、从系统的内容上分类·····	(43)
三、从系统与环境的关系上分类·····	(44)

四、从系统运动状态与时间上分类·····	(45)
五、按具体研究对象来分类·····	(45)
第二节 系统的定量分析·····	(45)
一、系统的定量研究的基础·····	(46)
二、定量化与数学模型·····	(47)
三、系统的定量分析与数学模型 的实际应用·····	(52)
第四章 系统方法及其应用·····	(57)
第一节 什么是系统方法·····	(57)
一、系统方法的含义·····	(57)
二、系统方法的内容·····	(57)
第二节 系统方法的一般原则·····	(58)
一、目的性原则·····	(58)
二、整体性原则·····	(58)
三、综合性原则·····	(60)
四、最优化原则·····	(61)
五、定性分析与定量分析相结合 的原则·····	(62)
第三节 系统方法的应用步骤·····	(64)
一、摆明问题，明确目标·····	(64)
二、搜集资料，寻求解决问题的 各种方案·····	(64)
三、建立模型，对比分析·····	(65)
四、综合分析确定最优方案·····	(65)
五、组织实施，控制调整·····	(66)

第四节	几个常用的系统方法·····	(67)
一、	最优化方法·····	(67)
二、	网络分析方法·····	(72)
三、	系统预测方法·····	(77)
第五节	系统方法的意义·····	(84)
一、	系统方法在人们思维方式上 是一个重大进步·····	(84)
二、	系统方法发展成普遍适用的 科学方法·····	(85)
三、	系统方法的多功能性，为人 们认识世界和改造世界，为 现代科学技术的发展开辟了 新途径·····	(89)
四、	系统方法对我国社会主义现代 化建设具有重大现实意义·····	(91)
第五章	系统工程与系统科学 ·····	(94)
第一节	什么是系统工程·····	(94)
第二节	系统工程的内容及其专门知识 和工具·····	(96)
一、	规划论·····	(97)
二、	博弈论·····	(97)
三、	排队论·····	(98)
四、	存储论·····	(98)
五、	决策论·····	(99)
六、	搜索论·····	(100)

七、可靠性理论·····	(101)
第三节 系统工程的分类·····	(101)
一、生产领域中的系统工程·····	(101)
二、科研领域中的系统工程·····	(101)
三、军事国防领域中的系统工程·····	(102)
四、环境生态平衡系统工程·····	(102)
五、教育领域中的系统工程·····	(102)
六、国家行政、社会管理系统工程·····	(102)
第四节 系统工程的一般方法和步骤·····	(103)
第五节 关于系统科学问题·····	(104)
第六章 系统论中的哲学问题·····	(106)
第一节 系统论与辩证法·····	(106)
一、系统论提出的“系统”概念是对唯物辩证法的“联系”思想的具体补充·····	(106)
二、结构与功能和量变与质变·····	(107)
第二节 系统论与认识论·····	(107)
一、系统论在认识对象上的贡献·····	(107)
二、系统论显示出屏蔽形而上学的效应·····	(108)
第三节 系统论与历史唯物主义·····	(108)
第四节 系统论与哲学方法论·····	(109)
第七章 信息论产生的历史概况·····	(111)
第一节 信息论的产生·····	(111)
一、什么是信息论·····	(111)
二、信息论的产生与信息论创始人申农·····	(112)

第二节 人类对信息的认识及通信技 术的历史·····	(113)
一、古代人对信息的认识和利用·····	(113)
二、古代信息的几次大变革·····	(114)
三、近代人类对信息的认识和利用·····	(114)
第三节 信息论的发展情况·····	(117)
第八章 信息论的基本概念和基本原理·····	(119)
第一节 信息论的基本概念·····	(119)
一、信息概念·····	(119)
二、信息的基本特征·····	(122)
三、信息本质·····	(126)
四、信息量·····	(128)
五、信息熵·····	(129)
六、客观信息与主观信息·····	(130)
第二节 信息论的基本原理·····	(131)
一、信息传递性原理 (通信系统模型) ·····	(132)
二、编码定理·····	(136)
三、时空变化性原理 (信息传输 的时空模式) ·····	(137)
第九章 信息论中的定量分析及数学模型·····	(140)
第一节 信息量计算公式的解释·····	(140)
一、申农认为必须将一切信息放 在“通信系统模型”中加以考察·····	(141)
二、信息出现的概率与信息量成	

反比关系	(141)
三、信息量用概率的负对数表示	(143)
四、信息量计算公式全解	(145)
五、平均信息量又常被称为信息熵	(146)
第二节 系统的信息量计算实例及信 息量单位——比特的含义	(147)
一、定量计算实例	(147)
二、信息量单位——比特的含义	(150)
第三节 申农公式的局限性	(152)
一、语义信息问题	(152)
二、信息价值问题	(153)
三、模糊信息问题	(153)
第十章 信息方法及其应用	(155)
第一节 什么是信息方法	(155)
第二节 信息方法的基本步骤和特点	(156)
一、抽象出系统的信息流程	(156)
二、进行定性和定量分析	(157)
三、建立信息模型	(158)
四、评判模型做出预测	(159)
五、在实践中检验模型修改模型	(159)
第三节 信息方法的实际应用	(161)
一、研究人的认识过程	(161)
二、应用于科学管理	(163)
三、应用于科学研究	(164)
四、应用于军事	(165)

五、应用于新闻传播·····	(167)
第四节 信息方法的重要意义·····	(170)
一、信息方法揭示了生物系统、机器 系统和社会系统不同物质运动形 态之间的共同属性·····	(170)
二、信息方法能揭示某些事物运动的 新规律·····	(172)
三、信息方法为现代化生产、科学管 理提供了有效的方法·····	(173)
四、信息方法是决策科学化的重要手段·····	(175)
第十一章 信息科学与信息革命·····	(177)
第一节 什么是信息科学·····	(177)
第二节 信息科学研究的主要内容·····	(178)
第三节 信息科学的应用·····	(179)
一、生产上的应用·····	(180)
二、医疗上的应用·····	(180)
三、银行、商业、交通上的应用·····	(181)
第四节 关于信息革命·····	(182)
一、信息技术方面的发展·····	(183)
二、信息革命的蓬勃发展使社会各个 领域发生变化·····	(184)
三、“三A革命”、“三C革命”、“三I革命”·····	(187)
第十二章 信息论中的哲学问题·····	(190)
第一节 关于信息本质问题·····	(190)